

個別指導型 C A I

—— コースウェアの作成方法（原理） ——

芝 茂 雄

1. は じ め に

よいコースウェアを作るには、学習者の立場に立って、わかりやすく定着しやすいものにしようとする不断の努力の積み重ねが必要である。まず、作ってみることである。

実際にコースウェアを作ってみると、簡単な図形と文章のフレーム型 C A I でほとんどの部分を網羅することができることがわかる。そして、将来 V T R やアニメーションをそれに付加することは、イグゼキューターを変えることによって可能である。もちろん、将来を考えて、どの部分に動画やアニメーションを入れるかを予想しておき、その部分については、現時点でどのように対処するかを考えておく必要はあるであろう。

2 コースウェア作成前の準備

コースウェア作成にあたって、あらかじめ、準備しなければならないことについて触れておく。

(1) 何をどういう順序で教えるかをまとめ、C A I による個別指導に最適な部分を選んでおく。

これは当然のことではあるが、特に個別指導型コースウェアを作成する場合には大切である。それは、コースウェア作成の際は、後述するようにフローチャートを作成しなければならないが、途中で学習順序を変更すると、フローチャートが汚くなり、たびたび書き替えなければならないからである。

この全体の流れをまとめることは、一斉授業の場合と大体同じであるが、この作業を通して C A I による個別指導に最適な部分を選ぶわけであるから、かなり綿密に検討してまとめる必要がある。

個別指導に最適な部分としては、次のような場所が考えられる。

- ア. 思考過程が論理的に展開される場所（概念・原理・法則の理解や思考力の育成）。
- イ. 質問に対する反応が詳細にわかっており、それに対する対応の仕方がはっきりしている箇所が連続している場所。
- ウ. ドリル形式を連続して行うことで効果がある場所。
- エ. 学習記録を分析することによって、教育上有効なデータが得られる場所（問題児の性格分析など）。

(2) 使い易いオーサリングツールを用意する。

作業を進めるのに必要ないろいろのソフトが必要であるが、ここではそれらをまとめてオーサリングツールと呼ぶことにする。ベーシックインタプリターも一つのツールであるが、その他に次の二つが考えられる。

ア. ワードプロソフト

学習者用のテキストやフローチャートを作成するのに必要である。また、コースウェアのデータがテキストファイル形式になっている場合は、かなりの部分をワードプロソフトで作成することができる。ワードプロソフトは、次のような機能を備えたものが望ましい。

(ア) ブロック編集ができる。

フローチャートの修正の際に特に必要である。

(イ) パソコンで作成したデータを読み込むことができる。

パソコンで作成したデータを読み込めるためには、パソコンで利用できるワープロが望ましいであろう。

イ. CAI 用オーサリングシステム

BASIC 言語を使わないでコースウェアが作成できるようにいろいろのオーサリングシステムが市販されている。BASIC 言語などのコンピュータ言語だけで大きなコースデータを作るとなると大きな労力と時間を必要とするが、オーサリングシステムを使うと比較的に簡単に大きなコースデータを作ることができる。オーサリングツールの機能については前回に触れたので省略するが、ツールの選択については次のような配慮が必要であろう。

(ア) アルゴリズムがコース作成者の意図に合っていること。

アルゴリズムとは一般に「手順」のことである。すなわち、ここではコースウェア作成の手順ということになる。機能が多くなると、どうしても手順が複雑になり、修得するのに時間がかかることになる。機能は多いに越したことはないが、ほとんど使われない機能が沢山含まれていて使いにくいものや、意図するコースが作りにくいものは避けたほうがよい。

(イ) コースデータの互換性についての配慮がなされていること。

コースデータというものは、最後には膨大になるものである。そのコースデータが機種やオペレーティングシステムの相違によって使用不可能になっては大変である。完全な互換性が保証されていなくても、若干の修正によって使用可能になることが必要である。

(ウ) 使い易いシステム(ツール)であること。

よくできたツールでは、特に説明書を読まなくても、作業を進めていくことが可能なものである。教育現場では、コース作成のみに係わっているわけではないから、以前に作成したことがあるからといって、すべての手順を覚えているというわけにはいかない。その場合でも、作業の途中で表示される適切な作業についての指示を見ることによって、過去の経験を想起させるようになっているのが良くできた使い易いツールと言える。

(エ) 説明書が良くできていること。

これは使用者の思考パターンなどによっても違って来るから、一概に決定できること

ではない。あまり詳しく説明すると、ページ数が多くなって、読む以前から勉学意欲を無くすることにもなり、反対に簡略化すると分かり難いというわけで、難しいものである。しかし、次のような説明書は良くできていると言えるであろう。

- 〔1〕 正しく日本語の文法に従っていること。特に日本語として論理的間違いが無いこと。
- 〔2〕 ある事項について知りたいときに、検索が容易であること。特に、前述事項であるからといって簡略に記述する場合でも、「注」などで、「…… 頁参照」と記述されたものは非常に使いやすいものである。

3. コースウェア作成の手順

フレームコントロールデータと提示画面データが別ファイルになっている、変数分岐型のオーサリングシステム（筆者作成）を使用する場合を例にとって説明する。

(1) テキストの作成

CAI で個別指導をする場合は、学習者は特別の場合を除いては、個別に自主的に学習を進めていくが、その学習内容は必ずノートさせる必要がある。そして、次のような理由から、ノート代わりの学習内容を随時記入する形式の印刷物（テキスト）を学習者に与えることが必要である。

ア. あいまいな学習を防ぐ。

イ. 提示画面の図などを写す時間を節約し、考える時間を多くすることができる。

ウ. 学習しながら学習内容を上手にまとめることができる。

エ. 指導者がいつでも、どのように学習して行ったかを容易にチェックすることができる。

オ. 学習者の復習の助けとなる。

カ. テキスト作成を通して、何をどのような順序で教えるかを考えるから、コース作成の手助けともなる。

(2) フローチャートの作成

個別指導用のコースは一般に膨大なものになるから、コース作成に先立ってフローチャートは是非準備するようにしたい。フローチャート作成は次のような手順で行うのが適当であろう。（資料1）

ア. 各画面の内容を1枚のカードにまとめる。

イ. 各画面での学習者の反応についての予測を立て、カードに付記する。

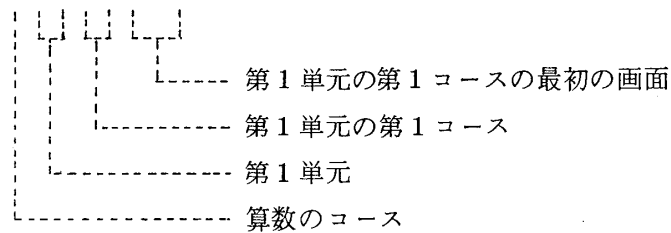
ウ. 学習の順序にカードを並べていく。

エ. 以上の結果をフローチャートにまとめる。その際、変数分岐型であれば、使用する変数を付記する。

(3) 提示画面の作成

前記フローチャートおよびカードに従って、オーサリングシステムのエディット機能を使って提示画面を作成する。その際、各画面は一つのファイルにセーブされるが、そのファイル名については、以後の作業に便利のように一連の番号を付けておくのがよい。

ファイル名の例：S 0 1 0 1 0 0 1



(4) フレームコントロールファイルの作成

提示画面の場合と同じようにフローチャート、カードおよびシステムのコントロールファイル作成機能を使ってフレームコントロールファイルを作成する。同一コースには、同じ番号のフレームがあってはならない。しかし、異なるフレームで同じ提示画面を使用することは有り得る。

(5) デバッグ

同じオーサリングシステム内のデバッグ機能を使って、デバッグを行い、コースデータができて上がる。

4. コースウェアの構造

一般にコースウェアは、導入部分・展開部分・終結部分に分けることができる。

(1) 導入部分

各単元の最初に来る部分で、次のような内容を含んでいる。

- ア. その単元で既習した学習事項の確認。
- イ. その単元での学習のねらい、学習にあたって留意すべき事項。
- ウ. キー操作の方法などについての説明。

(2) 展開部分

最も重要な部分で、展開の方法については後述する。

(3) 終結部分

一般に次のような内容を含んでいる。

- ア. その単元で学習した内容のまとめ。
- イ. 次の学習についての予告および本単元との関係。
- ウ. 簡単なテスト等。

5. コースウェア作成上の留意点

コースウェアの部分によって若干の相違があるが、作成に際しての発想の仕方ないしは姿勢について述べる。

(1) 学習者の認識過程を重視する。

同じ誤答であっても、まさしく誤答である場合と、学習者のその瞬間の（心理的）状態が誤答を答えさせたのであって、しかも、その状態が思考過程の途中であれば認容できるものであれば、あながち誤答として処理することはあまり好ましくない。こういった配慮が必要

である。

(2) なるべく具体的事例で展開して行く。

具体的に問題を示し、それに対する応答を要求しながら学習を進めていくことを続けているのがよい。(この点はプログラム学習の手法が参考になる。)これはあい昧さを無くするためである。ただし、まとめは学習者が理解できれば抽象的表現も許されるであろう。概念および概念間の関係が理解されているかどうかをチェックする場合は、単に「分かりましたか?」と聞くのではなく、それらの概念や法則が使えるかどうかによって判定するのがよい。

(3) 論理ステップの飛ばしについて配慮する。

「AならばB」、「BならばC」ゆえに「AならばC」と展開した場合は、論理ステップの飛ばしは行われていないという。帰納的に進める場合はステップは飛ばさないのが普通であるが、演えきに進む場合は、飛ばしは可能である。ステップを飛ばさない場合は、学習がスモールステップで進行しているという。ステップを飛ばすかどうかは、次の事項を参考にして適宜組み合わせるようにするとよい。

ア. ステップを飛ばすと内容は難しくなるが、ステップを飛ばすことによって論理的思考力をチェックすることができる。また、それは思考力の養成につながることもなる。

イ. スモールステップにすると、内容は易しくなり、だれにでも理解できる易しいコースとなる。しかし、理解力の豊かな学習者には反ってもどかしい感じを与えるし、自分で考えて問題を解決する能力を付けるという点ではマイナスである。

(4) 正答の置き方について

間違えた場合は、ヒントや別の問題で学習させるようにし、なるべく答は教えないようにする。自分で解決した後や、やむをえない場合だけ正答を示すようにする。

(5) 選択肢による判定の場合の留意事項

答はできる限り答そのものを直接入力させることが望ましいが、答の複雑な場合やいろいろの入力方法が予想される場合には、選択肢によるチェックをしなければならない。選択肢による判定の場合は、でたらめな押鍵での適中確率を下げるように配慮しなければならないが、それには次のような方法が考えられる。

ア. 選択肢に「その他」の項目を設ける。

この場合、「その他」の項目があれば、いつでも正解が存在しないという印象を学習者に与えることのないようにする。

イ. 時には二段構えをする。

これは、たとえ正解であった場合でも、更に別の選択肢でもう一度応答を要求し、確実に正解と思っているかどうかをチェックする方法である。

(6) トラップ(フレーム)

トラップとは、その場所にくると、そこから自力では抜け出せないフレームのことである。例えば、適当な応答が得られない場合は「先生に教わりましょう。」というフレームに行かせるが、このフレームでは教授者が適切な処置をしなければならない。しかし、学習者が先生を呼ばないで次のフレームに進むことが考えられる。それを防ぐのが目的である。この場所から抜け出るためには、教授者だけが知っている暗号を入力しなければならない。

(7) チェックポイント

チェックポイントは、その場所で教授者が今までの学習内容をチェックするフレームである。このフレームも、学習者が自力で抜け出すことができないようになっている。質問の後、「この問題が解けたかどうか」を聞き、「解けた」と答えた場合に答をチェックしないで「結果を先生に見せなさい。」というフレームに行かせる。この場所も次のフレームに行くためには教授者が暗号を入力しなければならない。

(8) メッセージについて

適切なメッセージは学習効果を上げるのに有効であるが、あまり奇抜なものも考えものである。要は、その指示が適切であることである。

(9) 適当な時期に必ず「まとめ」を置く。

学習が進むにつれて、学習中の内容が全体に対してどのように位置付けられているかとか、学習の目標などがぼやけてくるものである。それを防ぐために、適当な場所に「まとめ」や「学習目標」を設ける必要がある。これは学習の動機付けのために行うのであるから、それにふさわしい場所を選ぶことが大切である。

6. 提示画面作成上の留意点

(1) 色は最小限度にする。

着色は特に重要な場所限定すべきである。色を使い過ぎると、重要な場所が返って分かりにくくなり、効果がなくなる心配がある。また、着色した場合には、その箇所についてのコメントを付けるようにすることが望ましい。

(2) 画面いっぱい文字を並べるのは避けるようにする。

これは当然のことである。それでは、説明がどうしても長くなる場合はどうすればよいかということであるが、それには次のような方法が考えられる。

ア. 画面を二つ以上に分割する。

分割した後の画面の最初には、前画面の要約を付けることが望ましい。また、後画面では簡単に前画面を見ることができるよう配慮されていなければならない。

イ. テキストを利用する。

画面に沢山文字が並ぶのは一般に説明画面の場合が多い。その場合はあらかじめテキストにその内容を印刷しておいて、画面には次の表示を出すようにする。

……………について、テキストの何頁を読みなさい。読み終わったならばリターンキーを押みなさい。次の画面では、その内容に付いて簡単なテストをします。」

このようにして、以後、内容の理解の程度をチェックするようにする。

7. 個別指導時の留意点

CAIの前には必ず一斉授業があり、その一斉授業では、基本的な内容についての問答形式

の学習が行われる。そして、かなり身についたところで個別指導が始められる。個別指導（学習）に入ると、簡単な指導はコンピュータが行うが、その際にも教授者による直接の指導ないしはチェックが必要である。それらの方法としては次の二つが考えられる。

(1) 学習テキスト（ノート）の併用

机間巡視の際に時々各人のテキスト（ノート）を点検して、学習が正常に行われているかどうかをチェックする。このことはテキストにノートする習慣を学習者に付ける意味でも有効である。

(2) トラップ・チェックポイントでの指導

前述のトラップやチェックポイントでは、教授者の入力無しでは次に進めないから、どうしても教授者の指導を受けなければならない。その際は、教授者は次のような方法で指導することができる。

ア. テキストによる学習状況のチェック。

イ. 前画面やテキストを参照しながら質問し、どこまで理解しているかをチェックする。この場合も、できれば単に「分かりましたか？」と聞くのではなく、簡単な問題を解決させるという形でチェックすることが大切である。

ウ. 学習効果が十分でない場合は、適当なフレームに強制的に戻して再学習をさせる。

しかし、この方法は同じ内容について何度も繰り返し行くと、学習者の学習意欲が減退するから、その際は直接指導するしかないであろう。

エ. 自主学习では効果を上げることができないと判断した場合は直接指導する。

8. 今後の課題

61年度、62年度で、小・中・高校における教科指導上の問題点を解決するためのCAI学習についての一般的な研究は一応終了する。しかし、これらを現場で実施した場合については、まだ研究は十分でない。というよりも、これは相当長期にわたるであろうことは十分考えられることであり、今後の課題である。今後の教科指導についての研究領域で、CAIについての研究の占める割合はだんだん大きくなっていくであろう。次に、いくつかのテーマについて触れて、この稿を終わることにする。

(1) イグゼキュータについて

いままでは一斉講義における問題点が主として研究されたが、その他の形式の授業については、まだ十分対応しているとは言えない。すなわち、それらに対応したイグゼキュータの開発が今後の問題点として考えられる。

(2) 授業分析について

CAIでは、学習履歴を取ることができるが、これを分析して現場に還元し、学習者の性格判定ないしは矯正することができるはずであるが、これについては、まだまとまっているとは言えない。

資料 1

COURSE 02
01-08 合力を計算で求
める
01-09 一般角について
の合力の求め方
01-10 質点に働く力の
つりあい条件
問題 1 ~ 3

☆F81-90 はコース間の
受け渡しに使う。

